



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑩ DE 40 36 392 A 1

⑤① Int. Cl.⁵:
F 28 D 20/00
B 60 H 1/00

②① Aktenzeichen: P 40 36 392.9
②② Anmeldetag: 15. 11. 90
②③ Offenlegungstag: 21. 5. 92

DE 40 36 392 A 1

⑦① Anmelder:
Behr GmbH & Co, 7000 Stuttgart, DE

⑦④ Vertreter:
Dreiss, U., Dipl.-Ing. Dr.jur.; Hosenthien, H.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Fuhlendorf, J., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 7000 Stuttgart

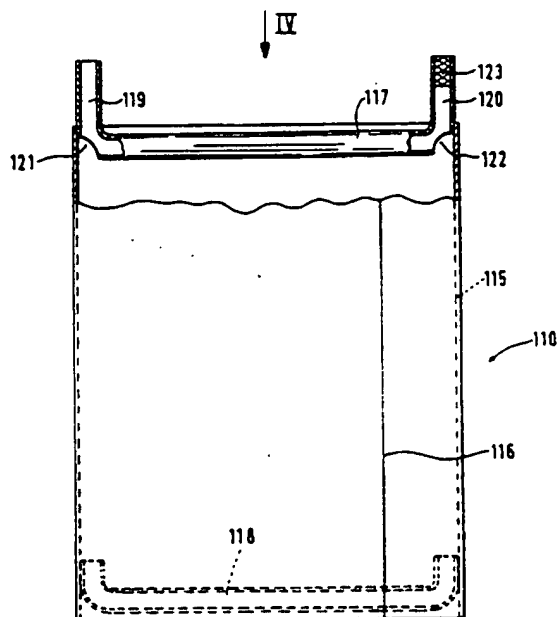
⑦② Erfinder:
Damsohn, Herbert, Dr.-Ing., 7307 Aichwald, DE;
Wolf, Walter, Dipl.-Ing., 7155 Oppenweiler, DE;
Schmitz, Albert, Dipl.-Ing. (FH), 7000 Stuttgart, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 32 45 027 A1
DE 87 10 417 U1
WO 89 00 192

⑤④ Latentwärmespeicher

⑤⑦ Beschrieben ist ein Latentwärmespeicher zur Anordnung zwischen Motor und Heizkörper im Kühlmittelkreislauf eines Kraftfahrzeugmotors. Der Latentwärmespeicher wird durch mehrere flache mit einem Speichermedium gefüllte Behälter aus verformbarem Metall gebildet, die paketartig in einem von Kühlmittel durchströmten Gehäuse angeordnet sind. Der Behälter wird durch eine Membran gebildet. Mindestens eine der schmalen Seitenwände des Behälters wird durch ein Rohrstück gebildet. Ein Ende des Rohrstückes ragt als Einfüllstutzen für das Speichermedium nach außen. Das Rohrstück und die Membran sind miteinander flüssigkeitsdicht verbunden.



DE 40 36 392 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Latentwärmespeicher zur Anordnung zwischen Motor und Heizkörper im Kühlmittelkreislauf eines Kraftfahrzeugmotors, der durch mehrere flache mit einem Speichermedium gefüllte Behälter aus verformbarem Metall gebildet wird, die paketartig in einem von Kühlmittel durchströmten Gehäuse angeordnet sind, und bei dem das Kühlmittel bei warmem Kraftfahrzeugmotor und kaltem Speichermedium Wärme an das Speichermedium abgibt und bei kaltem Kraftfahrzeugmotor und warmem Speichermedium von dem Speichermedium Wärme aufnimmt.

Ein derartiger Latentwärmespeicher ist aus der DE-OS 32 45 027, S. 16, Z. 21 – 26 bekannt. Die Behälter haben die Form flacher, länglicher Streifen und sind als dünnwandige, verformbare Hüllen aus korrosionsbeständigem Kunststoff oder Metall ausgebildet.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen derartigen Latentwärmespeicher zu verbessern. Das Material und die Form des Behälters müssen auf ein geeignetes Speichermedium abgestimmt und korrosionsfest sein. Die Montage des Behälters, und der Füllvorgang sollen einfach sein. Es sollen möglichst preiswerte Materialien verwendet werden, die recycelbar sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Behälter durch eine Membran gebildet wird und mindestens eine der schmalen Seitenwände des Behälters durch ein Rohrstück gebildet wird, daß ein Ende des Rohrstückes nach außen ragt und einen Einfüllstutzen für das Speichermedium bildet, und das Rohrstück ferner zum Innenraum des Behälters hin eine Füllöffnung aufweist, und daß das Rohrstück und die Membran durch Hartverlötung, Verschweißung oder Verklebung miteinander flüssigkeitsdicht unter Füllung und Verrundung der Spalte verbunden sind.

Die Erfindung betrifft ferner mehrere vorteilhafte Weiterbildungen.

Als geeignetes Speichermedium hat sich Bariumhydroxid herausgestellt. Dies setzt aber Befüllen im flüssigen Zustand bei ca. 90° voraus. Da es sich um eine bei Luftkontakt sich unter aggressiven Dämpfen zersetzende ätzende Substanz handelt, ergeben sich erhebliche Anforderungen an die einfache Befüllbarkeit des Behälters und an die Materialauswahl. Kupfer genügt diesen Anforderungen. Die Formbildung des Behälters erfolgt bei der Erfindung nicht nur fertigungs- und handhabungsmäßig einfach nach einem automationsgerechten Gleichteilekonzept, sondern auch deshalb materialsparend, weil eine relativ dünne, d. h. aus sich heraus noch nicht eine formstabile dünne Membran gewählt werden kann, die erst durch Einfügung der Rohrstücke – als stabile formbildende Einlage – ihre Form erhält. Gleichzeitig dienen die Rohrstücke – infolge der Rohreigenschaft – auch zum Einfüllen des Speichermediums. Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Beschreibung. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung derartiger Latentwärmespeicher.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung und ihrer vorteilhaften Weiterbildungen wird im folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es stellen dar:

Fig. 1 ein Schaltschema eines Latentwärmespeichers im Kühlmittelkreislauf eines Kraftfahrzeugmotors;

Fig. 2 einen Latentwärmespeicher;

Fig. 3 einen Behälter für einen Latentwärmespeicher nach Fig. 2;

Fig. 4 eine Draufsicht in Richtung der Pfeile IV-IV in

Fig. 3;

Fig. 5 eine Modifikation der Ausbildung des gequetschten Endbereiches des Rohrstückes 117 nach Fig. 3;

Fig. 6 ein zweites Ausführungsbeispiel;

Fig. 7 ein drittes Ausführungsbeispiel;

Fig. 8 eine Draufsicht in Richtung der Pfeile VIII-VIII in Fig. 7;

Fig. 9 ein viertes Ausführungsbeispiel;

Fig. 10 ein fünftes Ausführungsbeispiel;

Fig. 11 ein Schnitt entlang der Linie XI-XI in Fig. 10;

Fig. 12 einen Behälterboden.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, enthält der Kühlmittelkreislauf eines Kraftfahrzeugmotors 100 einen Kühler 101, dem ein Thermostat 102 zugeordnet ist, eine Kühlmittelpumpe 103, Ventile 104 und 105, einen Heizkörper 106, eine weitere Kühlmittelpumpe 107 und einen Latentwärmespeicher 108. Bei erwärmtem Kraftfahrzeugmotor wird diesem durch die Kühlmittelpumpe 103 im Kühler 101 gekühltes Kühlmedium zugeführt. Das im Motor aufgeheizte Kühlmedium gelangt dann wieder an den Kühler 101 und – zusätzlich – über die Kühlmittelpumpe 107 an den Latentwärmespeicher 108, der dadurch aufgeheizt wird. In diesem Betriebsmodus ist das Ventil 105 geschlossen, das Ventil 104 geöffnet. Bei kaltem Kraftfahrzeugmotor, also z. B. nach längerem Fahrzeugstillstand, gibt der Latentwärmespeicher 108 bei geschlossenem Ventil 1 und geöffnetem Ventil 2 in diesem "kleinen Kreislauf" seine Wärmeenergie an das Kühlmedium ab, wodurch – auch bei noch kaltem Kraftfahrzeugmotor – der Heizkörper 106 aufgeheizt wird.

Den prinzipiellen Aufbau des Latentwärmespeichers 108 zeigt Fig. 2. In einem im wesentlichen zylindrischen Gehäuse 109 befinden sich mehrere paketartig – jedoch jeweils unter Bildung eines Zwischenraums – gestapelte Behälter 110, die jeweils mit dem Bariumhydroxid als Speichermedium gefüllt sind. Zwischen den Behältern 110 strömt Kühlmedium hindurch, das, falls es wärmer ist als das Speichermedium in den Behältern, Wärmeenergie an das Speichermedium abgibt, bzw. falls es kühler ist als das Speichermedium, von diesem Wärmeenergie aufnimmt. Die Zuleitung von Kühlmittelmedium zum Gehäuse 108 erfolgt durch das Rohrstück 111, die Ableitung durch das Rohrstück 112, wobei die Kühlmittelführung 113 dafür sorgt, daß das Kühlmittel zunächst an die rechte obere Stirnseite des Gehäuses gelangt, so daß es von dort bis zum Rohrstück 112 durch die Behälter 110 hindurch zurückfließen kann (s. die eingezeichneten Pfeile). Die Breite der einzelnen Behälter 110 ist unterschiedlich, so daß sie paketartig nebeneinander oder aufeinandergestapelt, wobei zwischen ihnen jeweils für die Durchströmung mit Kühlmedium ein hierfür ausreichender Zwischenraum verbleibt, den kreisförmigen Querschnitt des Gehäuses 108 füllen.

Der Behälter 110 nach den Fig. 3 und 4 wird durch eine ca. 0,2mm starke Kupfermembran 115 gebildet, deren Kanten an der Stoßnaht 116 aneinanderstoßen und dort miteinander hartverlötet oder geschweißt sind. Es entsteht dadurch zunächst eine Art Schlauchabschnitt. Dieser ist noch nicht formstabil infolge der Tatsache, daß die Membran relativ dünn ist. Die stabile Formgebung des Behälters 110 erfolgt durch das obere U-förmige Rohrstück 117 und das untere U-förmige Rohrstück 118. Beide sind ebenfalls aus Kupfer. Das Ende 119 des oberen Rohrstückes 117 steht nach außen vor und bildet einen Einfüllstutzen. Beim Einfüllen des flüssigen Speichermediums soll Kontakt mit Luft vermieden wer-

den, da das zu einer Zersetzung des Speichermediums durch Oxidation führen würde. Vor dem Befüllen wird der Behälter 110 daher mit einem inerten Gas, z. B. Helium gefüllt. Beim Befüllen entweicht das Gas über das andere Ende 120 des Rohrstückes 117. Das Rohrstück 117 weist ferner Öffnungen 121 und 122 auf, wobei durch die Öffnung 121 beim Befüllen das flüssige Speichermedium in das Innere des Behälters 110 eintritt, während gleichzeitig das vorher den Behälter 110 füllende inerte Gas durch die Öffnung 122 zum nach außen hin — zunächst — offenen Ende 120 des Rohrstückes 117 gelangen kann. Wie am Beispiel des Endes 120 gezeigt wird, kann das Verschließen durch Quetschung des Endbereiches 123 erfolgen. Die beiden U-förmigen Rohrstücke 117, 118 stellen somit gleichsam an den offenen Stirnenden des noch instabilen Behälters 110, der durch die Membran 115 gebildet wird, versteifende Einlageelemente dar, wobei das obere Rohrstück 117 gleichzeitig infolge seiner Eigenschaft als Rohr verfahrensmäßig zum Befüllen herangezogen wird. Bei geeigneter Materialauswahl kann die Verbindung von Membran und Rohrstück durch Verkleben erfolgen. Als Membran ist damit eine Art halbschlaflches flächiges Teil bezeichnet, das durch das Rohrstück bzw. die Verbindung damit die erforderliche Formstabilität erhält.

Die Herstellung des Behälters 110 erfolgt dadurch, daß die beiden Rohrstücke 117, 118 in den Schlauchabschnitt eingesetzt werden, der durch die Kupfermembran 115, bereits entlang der Stoßnaht 116 hart verlötet oder verschweißt, gebildet wird.

Dann wird Hartlot eingefüllt und durch Erhitzen zum Schmelzen gebracht, so daß eine Hartverlötung der Rohrstücke mit der Membran 115, beide aus Kupfer, erfolgt, wobei sämtliche Spalte geschlossen und verrundet werden, wie an Stelle 124 in Fig. 4 gezeigt. Diese Verrundung durch das zur flüssigkeitsdichten Verbindung der einzelnen Bauteile des Behälters verwendete Lot ist nicht überall eingezeichnet, um die zeichnerischen Darstellungen nicht unnötig zu belasten. Die Ausbildung dieser Verrundungen unter vollkommener Schließung der vorhandenen Spalte ist aber im Hinblick darauf von Bedeutung, daß damit die bei Verwendung aggressiver Salze als Speichermedium die sonst zu befürchtende Spaltkorrosion vermieden wird. Es entsteht damit auch ein Behälter, der sich durch Verformung den Volumenveränderungen des Speichermediums (beim Ausführungsbeispiel ca. 7%) anpassen kann, die das Speichermedium infolge der Temperaturveränderungen, denen es ausgesetzt ist, erfährt. Diese Veränderungen finden im elastischen Bereich statt, d. h., ohne daß die häufigen Lastwechsel zu plastischen Verformungen und damit zu Materialermüdungen führen können.

Als Speichermedium wird vorzugsweise ein Bariumhydroxid der Formel $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, (ein anorganisches Salzhydrat) verwendet. Das Salzgewicht beträgt im festen Zustand $1,96 \text{ kg/dm}^3$, im flüssigen Zustand $2,16 \text{ kg/dm}^3$. Der Schmelzpunkt liegt bei 78°C , d. h. bei höherer Temperatur ist das Salz flüssig, bei Temperaturen unterhalb 78°C erstarrt es ungleichmäßig schnell zu einer festen steinernen Masse. Das Füllen der Behälter muß also mit flüssigem Salz bei einer Temperatur von ca. 90°C erfolgen, da sonst die Gefahr besteht, daß Wasser entweichen und das Verhältnis Enthalpie zu Gewicht nicht mehr stimmt. Bei höheren Temperaturen besteht die Gefahr des Zersetzens. Außerdem ist das Salz bzw. die bei seiner Zersetzung entstehenden ätzenden Dämpfe aggressiv und giftig, so daß eine sehr vorsichtige Handhabung unter genauer Temperatureinhal-

tung ggf. in inerter Atmosphäre stattfinden muß. Daher müssen auch beim Abquetschen/Verschließen des Einfüllstutzens die dazu verwendeten Verschleißeinrichtungen auf die entsprechende Temperatur von 90°C aufgeheizt sein, da sonst die Gefahr besteht, daß das Salz in dem Rohrstück oder in dem Behälter auf unter 78°C abkühlt und kristallisiert, wodurch beim Abquetschen zum Zwecke des Verschließens Kristalle mit eingeschlossen werden können, die eine absolute dichte Quetschung verhindern. Um die Dichtheit zu überprüfen, wird dem Salz vor dem Abfüllen Helium beige-mischt. In einem gesonderten Prüfvorgang wird dann festgestellt, ob Helium aus dem bereits verschlossenen Behälter entweicht.

Fig. 5 zeigt eine Variante des Verschlusses des Endes 120 des Rohrstückes 117 mittels Quetschung im Endbereich 123.

Fig. 6 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel, bei dem das obere Rohrstück 217 Z-förmig ausgebildet ist, auf Öffnungen in dem Rohrstück kann somit verzichtet werden, da das eine Ende 219 als Einfüllstutzen dient, während das andere Ende 220, das dem Inneren des Behälters 210 zugewandt ist, als Einfüllöffnung dient, wobei die Entlüftung beim Befüllen im Gegenstrom erfolgen kann. Das untere Rohrstück 218 ist U-förmig ausgebildet. Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 zeigt ferner, daß die Rohrstücke zwischen den oberen Kanten des Behälters so angeordnet sein können, daß sie ein kleines Stück nach oben bzw. nach unten heraus vorstehen. Das erleichtert die Dichtheitskontrolle.

Die Fig. 7 und 8 zeigen ein drittes Ausführungsbeispiel, bei dem ein einziges Rohrstück 317 so gebogen ist, daß es einen dreiseitigen, nur an einer Seite offenen Rahmen für den Behälter 310 bildet, wobei das eine Ende 319 wieder als Einfüllstutzen ausgebildet ist, unterhalb dessen sich die Öffnung 321 — als Einfüllöffnung — befindet. Wie aus Fig. 8 zu ersehen, ist bei diesem Ausführungsbeispiel keine geschlossene Herstellung eines Schlauchstückes durch Verschweißen bzw. Verlöten entlang einer Stoßnaht erforderlich. An der in Fig. 8 rechten Seite stehen die Kanten der Kupfermembran 315 ohne gegenseitige Verbindung frei, weil an dieser Stelle der entsprechende Bereich des Rohrstückes die Seite des Behälters 310 bildet.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 zeigt einen halbkreisförmigen Behälter 410, dessen nach der linken geraden Seite offener Rahmen durch ein im wesentlichen halbkreisförmiges Rohrstück 417 gebildet wird, dessen beide Enden 419 und 420 nach außen hervorstehen und somit als Einfüllstutzen dienen können. In Nähe beider sind nach innen hin Öffnungen 421 bzw. 422 angebracht.

Fig. 10 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einem Rohrstück 517, das einen alle vier Seiten des viereckigen Behälters 510 umfassenden Rahmen bildet. Die beiden Enden 519 und 520 liegen aneinander, wobei in diesem Fall in besonders einfacher Weise das eine Ende, z. B. 519, als Einfüllstutzen, das andere Ende 520 als Entlüftungsöffnung dienen kann. Unter den beiden Enden befinden sich wieder entsprechende Öffnungen 521, 522, um die direkte Verbindung zum Inneren des Behälters 510 herzustellen.

Wie Fig. 11 zeigt, kann man die Oberseite bzw. die Unterseite jeweils mit Sicken 530 bzw. 531 versehen, die entgegengesetzt schräg angeordnet sind. Damit ergibt sich einerseits eine weitere Formstabilisierung des Behälters 510, andererseits auch zwischen den Behältern ein durch die Sicken häufig verzweigtes Strömungsbild. Dadurch wird der gegenseitige Wärmeaustausch zwi-

schen dem Behälter und dem Kühlmedium verbessert.

Fig. 12 zeigt schließlich einen Behälterboden 600, wie er z. B. bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 oder Fig. 6 zum Verschließen des unteren Stirnendes eines Behälters 110 eingesetzt werden kann. Er ist im Querschnitt — im wesentlichen — U-förmig ausgebildet, wobei zwischen den Seitenwänden, die im Querschnitt durch die aufrechtstehenden Schenkel des U dargestellt werden, Einschnitte 601 vorgesehen sind. Es entsteht somit ein zinnenartig unterbrochener umlaufender Rand. Dies hat gewisse fertigungstechnische Vorteile. Man kann diesen Boden mit Lot füllen. Beim Erhitzen fließt dann das Lot durch die Einschnitte 601 nach außen und zieht sich in die Spalte zwischen Behälterboden und angrenzender Behälterwand.

Die verschiedenen Ausführungsbeispiele sollen u. a. zeigen, daß durch die Erfindung auch ein automationsgerechtes Gleichteilekonzept realisiert ist, das die Anfertigung von Behältern nach jeweils gleichem Bauprinzip in verschiedenen Größen (Breiten), wie es zum Ausfüllen des im Querschnitt kreisförmigen Gehäuses 9 in Fig. 2 erforderlich ist, besonders einfach zuläßt.

Patentansprüche

1. Latentwärmespeicher zur Anordnung zwischen Motor und Heizkörper im Kühlmittelkreislauf eines Kraftfahrzeugmotors, der durch mehrere flache mit einem Speichermedium gefüllte Behälter aus verformbarem Metall gebildet wird, die paketartig in einem von Kühlmittel durchströmten Gehäuse angeordnet sind, und bei dem das Kühlmittel bei warmem Kraftfahrzeugmotor und kaltem Speichermedium Wärme an das Speichermedium abgibt und bei kaltem Kraftfahrzeugmotor und warmem Speichermedium von dem Speichermedium Wärme aufnimmt, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (110, 210, 310, 410, 510) durch eine Membran gebildet wird und mindestens eine der schmalen Seitenwände des Behälters durch ein Rohrstück (117, 118; 217, 218; 317, 417; 517) gebildet wird, dessen eines Ende als Einfüllstutzen (119, 219, 319, 419, 519) für das Speichermedium nach außen ragt, und das ferner zum Innenraum des Behälters hin eine Einfüllöffnung (121, 220, 321, 421, 521) aufweist, und daß das Rohrstück und die Membran durch Hartverlöten oder Verschweißen oder Verkleben unter Füllung und Verrundung der zwischen ihnen gegebenen Spalte miteinander flüssigkeitsdicht verbunden sind.
2. Latentwärmespeicher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran und das Rohrstück aus Kupfer sind.
3. Latentwärmespeicher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrstück U-förmig (117, 118), Z-förmig (217), in Form eines zu einer Seite hin offenen Rahmens (317), als halbkreisförmiges Rahmenteil (417) oder als geschlossener Rahmen (517) ausgebildet ist.
4. Latentwärmespeicher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einfüllöffnung (121, 321, 421, 521) in dem Rohrstück (117, 317, 417, 517) in Verlängerung des Einfüllstutzens (119, 319, 419, 519) vorgesehen ist.
5. Latentwärmespeicherelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die großen Seitenflächen des Behälters (510) zur Stabilisierung und zur Erzeugung einer verzweigten Strömung zwischen

den Behältern mit Sicken (530, 531) versehen sind, wobei einander gegenüberliegende Sicken entgegengesetzt schräg geneigt sind.

6. Latentwärmespeicher nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupfermembran entlang einer Stoßnaht (116) zu einem Schlauchabschnitt hartverlötet ist, und daß zur Vervollständigung eines geschlossenen Behälters in die offenen Stirnenden des Schlauchabschnittes (117, 118) Rohrstücke eingesetzt sind.

7. Latentwärmespeicher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Stirnseite des Behälters durch einen mit einem zinnenförmigen Rand versehenen Behälterboden (600) gebildet wird.

8. Latentwärmespeicher nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß das Speichermedium durch ein anorganisches Salzhydrat gebildet wird.

9. Latentwärmespeicher nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllung durch Barium-Hydroxid der Formel $\text{BaOH}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ gebildet wird.

10. Verfahren zur Herstellung eines Latentwärmespeichers nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- a) Bildung der Form des Behälters durch mindestens einen Zuschnitt einer Membran in Anlage an mindestens ein Rohrstück;
- b) flüssigkeitsdichte Verbindung der Membran und des Rohrabchnittes, wobei dem Barium-Hydroxid Helium beigemischt ist;
- c) Verschließen der Öffnungen des Behälters;
- d) Abkühlung und Prüfung auf Entweichen von Helium.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

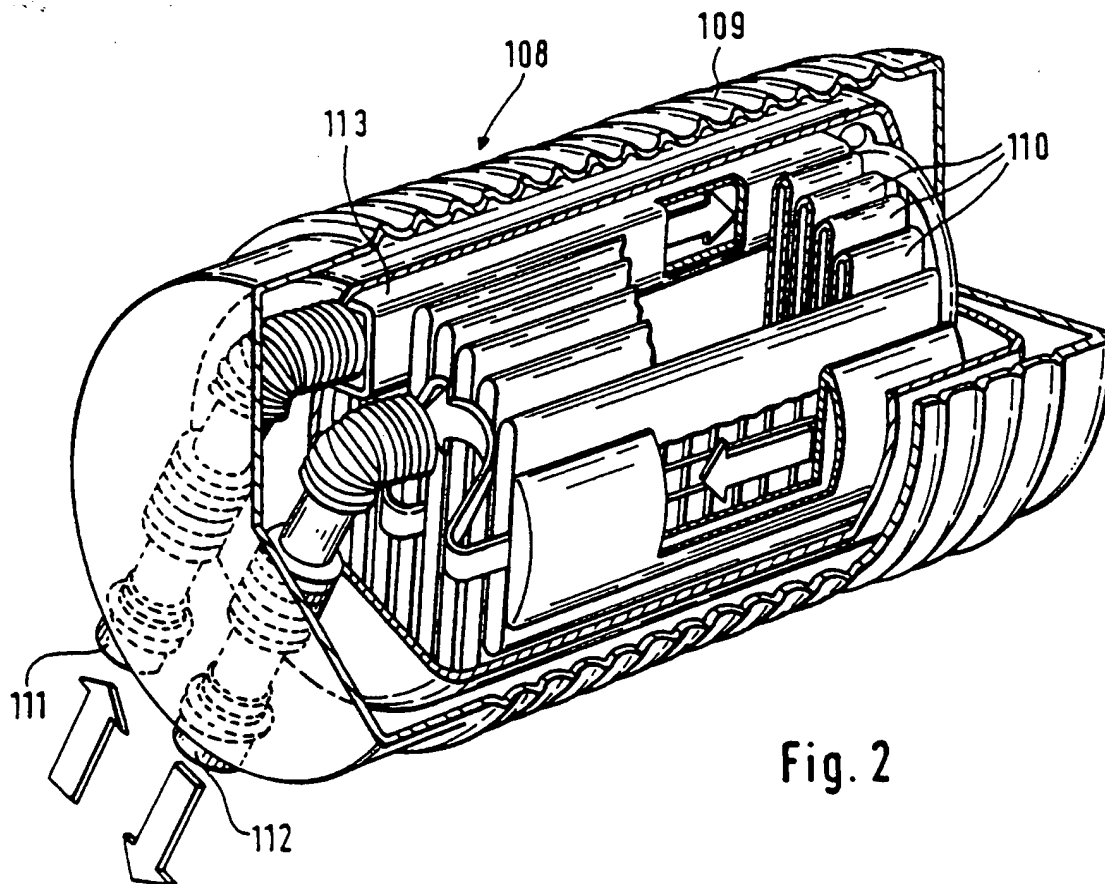
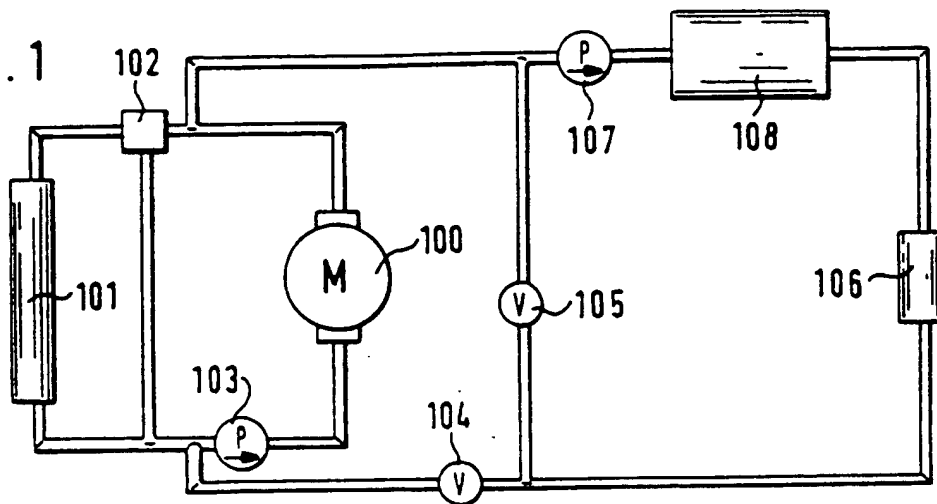
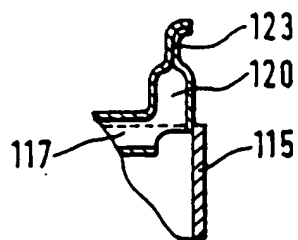
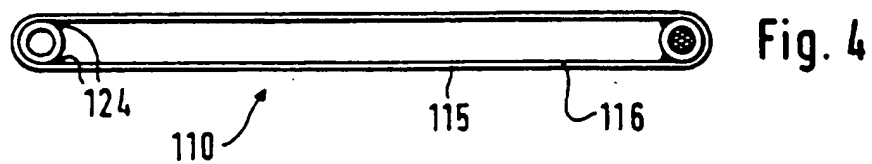
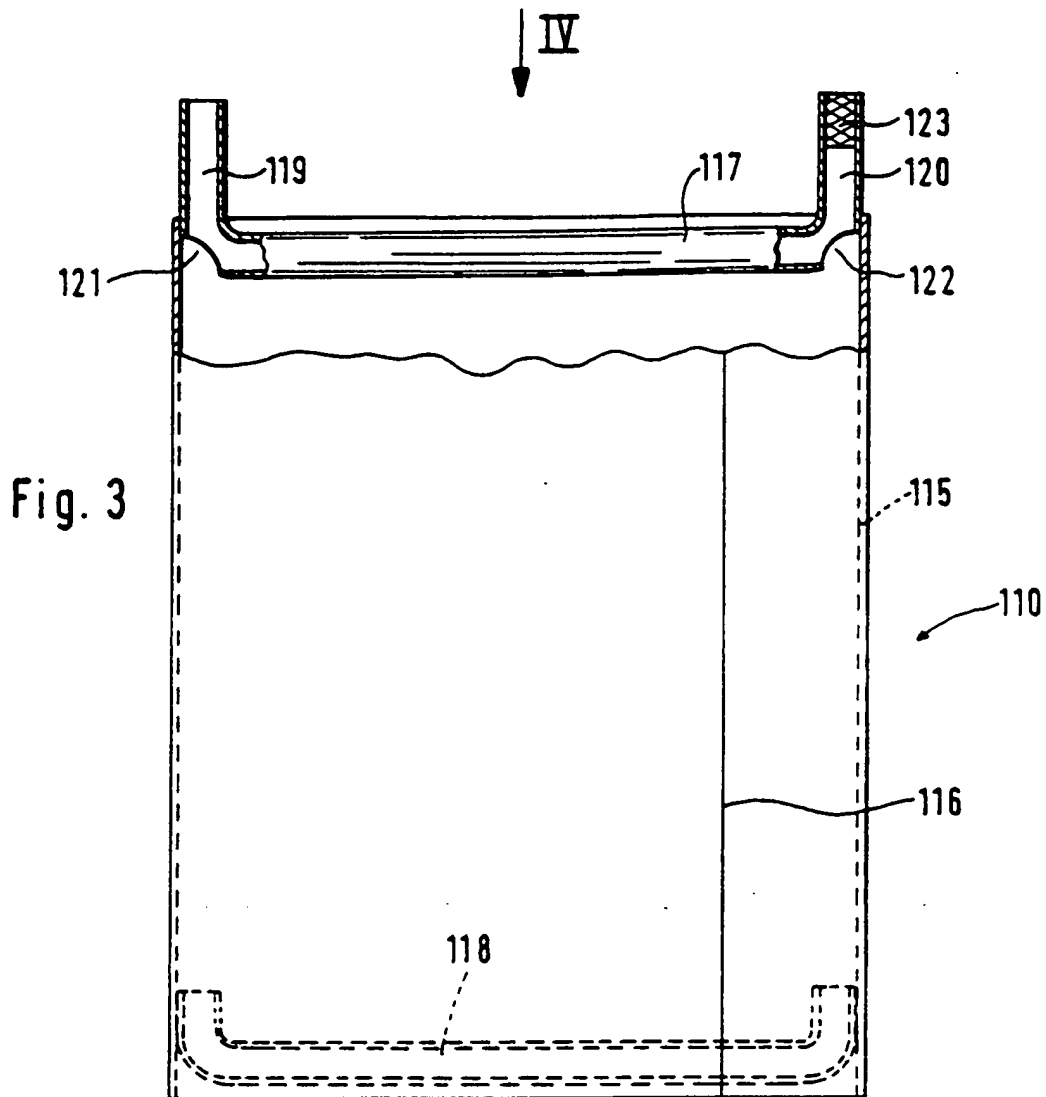


Fig. 2



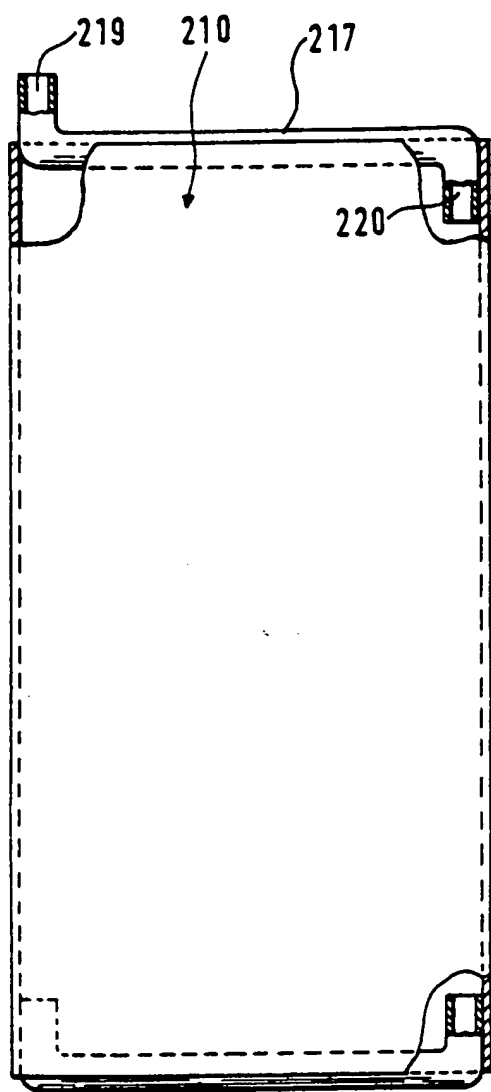


Fig. 6

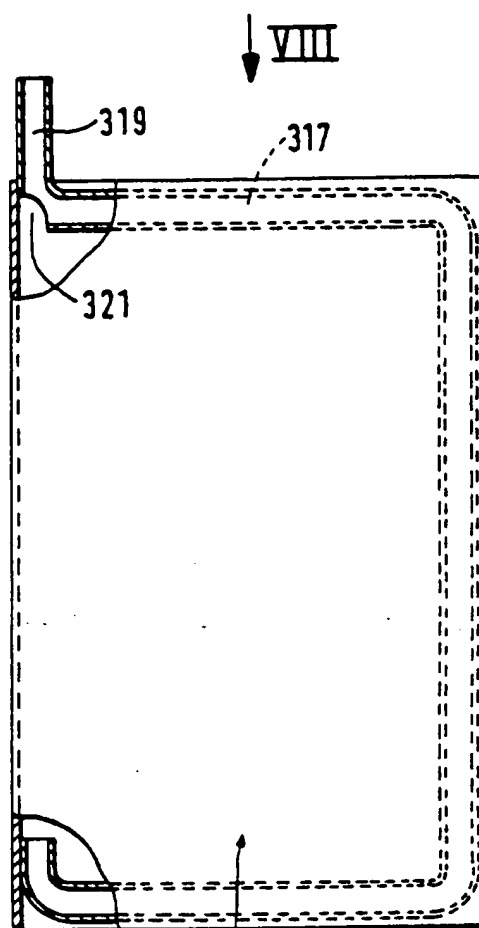


Fig. 7

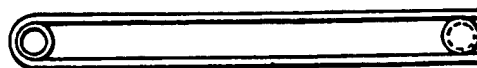


Fig. 8

